

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

MONTEVIDEO - URUGUAY

INCIDENCIA DE EXPELLER
Y HARINA DE LINO EN LA NUTRICION
DE POLLOS EN CRECIMIENTO

POR

RICARDO SANTORO

SONIA CHIFFLET DE VERDE

NORMA MANFREDI



INCIDENCIA DE EXPELLER Y HARINA DE LINO EN LA NUTRICION DE POLLOS EN CRECIMIENTO

ING. AGR. RICARDO SANTORO,
ING. AGR. SONIA CHIFFLET DE VERDE
y BACH. NORMA MANFREDI

1. INTRODUCCION

Se ha comprobado que cuando se alimentan pollos en crecimiento con raciones que están constituidas con expeller y/o harina de lino, se presentan efectos depresores en el crecimiento debido, según diversos investigadores, a la presencia de una sustancia tóxica (1, 2, 4, 6, 11, 16, 18).

Sin embargo no todos los autores están de acuerdo en el nivel en que el subproducto de la elaboración de aceite de lino es tóxico para las aves. Estas discrepancias se deben, seguramente, a que los distintos investigadores trabajaron con aves de diferentes edades, con material de lino procedente de diferentes tipos de extracción, como también, distintos grados de molienda.

Kratzer (8), señala que niveles superiores a 4,5 % de harina de lino en la ración inhiben el crecimiento. Peterson (16), sostiene que el máximo que se tolera en una ración avícola es de 3 %, y otros autores han encontrado que el nivel del 10 % inhibe el crecimiento (17) e inclusive puede provocar la muerte de los papi-pollos (14).

Kirchgessner (4), considera que la cantidad tolerada depende de la edad, ya que en los pollos de ocho semanas de edad el efecto depresor del crecimiento se puso en evidencia cuando el expeller de lino se empleó por sobre el 10 %, mientras que a niveles inferiores (5 %), si bien no se manifestó un efecto depresor, se observó una disminución en la utilización de los N.D.T. y de la proteína digestible (P.D.). En el caso de gallinas ponedoras, son tolerados niveles de hasta 20 % sin observarse efectos negativos en la fertilidad, viabilidad y peso de las aves (10).

Nikolaiczuk (15), encontró que el grado de molienda influía en el nivel de toxicidad, siendo ésta más elevada cuando mayor era la finura.

Jaquot y Ferrando (2), Kratzer (7, 8), Mac Gregor y Mc Ginnis (11), Mc Ginnis y Polis (13), Nicolaiczuk (15), demostraron que la harina de lino tratada con agua, disminuía la toxicidad.

Asimismo, se observó que con el agregado de piridoxina se lograba el mismo efecto que con el tratamiento con agua (5, 6, 9, 15, 17, 19). El efecto favorable obtenido con la piridoxina es muy similar en magnitud con el obtenido con el tipo de molienda gruesa (2 mm.) y son independientes el uno del otro (15).

Se ha tratado de individualizar en el grano de lino la fracción donde se encuentra el factor inhibidor del crecimiento. Algunos autores sostienen que la sustancia inhibidora se encuentra en el mucílago (16, 19), pero sin embargo otros autores (12, 18) separaron las distintas fracciones de la semilla de lino y agregaron cada una de éstas a una ración basal, encontrando que la que produce efectos inhibitorios del crecimiento es aquella formada por los cotiledones, igual efecto produjo la harina integral; no así la cáscara que no tuvo ningún efecto depresor.

La información que se extrae de la bibliografía es de datos obtenidos con harina de lino (extracción a solvente) o no se especifica el sistema de extracción. Por esta razón, es que se desea establecer en los presentes experimentos, si hay diferencias significativas entre ambos residuos industriales, o sea si el factor proceso de extracción de aceite, incide en el grado de toxicidad del subproducto. Por otra parte, en nuestro país el material obtenido es casi en su totalidad expeller de lino (extracción a presión).

Se entiende, que la disminución en el crecimiento podría ser debida a:

- a) Digestibilidad.
- b) Apetecibilidad.
- c) Presencia de sustancias inhibidoras.

Los objetivos del presente trabajo, fueron:

- 1) Establecer si existen diferencias entre los dos tipos de subproductos (presión y solvente).
- 2) Determinar los niveles tóxicos, para pollos en crecimiento, del subproducto obtenido en el país.
- 3) Individualización de la sustancia inhibidora del crecimiento.

Como factores que pueden incidir en la inhibición del crecimiento se consideraron los siguientes aspectos:

- i) Grado de molienda.
- ii) Porcentaje del subproducto en la ración.
- iii) Tipo de extracción.

2. MATERIAL Y METODOS

Se realizaron dos ensayos.

En el primero 10-XI-67 a 15-XII-67 se trabajó con diferentes grados de molienda y porcentajes de expeller de lino, en raciones para pollitos hasta ocho semanas de edad.

En el segundo 27-V-68 a 20-VI-68 se compararon harinas de lino procedentes de distintos tipos de extracción de aceite, presión continua y solvente, con igual grado de molienda. Además se incorporó a este ensayo otro tratamiento, consistente en la reconstitución del expeller de lino por medio del agregado de aceite de lino (extracción por presión) a la harina de lino extraída por solvente, logrando en ambas el mismo porcentaje de extracto etéreo.

2a. *Instalaciones*

En ambos experimentos se utilizó el mismo local y equipo.

En la sala de crianza se mantuvo solamente la batería de cría. Este equipo estaba constituido por cinco pisos de 2 mts. de largo por 0,84 mt. de ancho. Cada uno de esos pisos estaba dividido a su vez en cuatro secciones de igual área (1 mt. \times 0,42), siendo la calefacción eléctrica. La cámara caliente por tratamiento y piso, es de 365 cms² y las disponibilidades de comedero (65 cms. lineales) y bebederos (42 cms. lineales) cubrieron con amplitud las recomendaciones (21).

2b. *Animales*

En el experimento I, se utilizaron 200 pollitos de un día de edad, de la raza Rhode Island Red, los que fueron precintados para su identificación.

En el experimento II, se emplearon 200 pollitos de siete días de edad, híbridos Shaver, que fueron precintados por los mismos motivos que los anteriores. Durante la semana previa a la iniciación del ensayo la totalidad de las aves fueron alimentadas con la ración testigo.

2c. Raciones experimentales

En la tabla 1 se incluyen las composiciones de las raciones empleadas en el ensayo I, y en la tabla 2 se indican las composiciones de las raciones utilizadas en el ensayo II.

La harina de lino que estaba semitriturada de fábrica, se molió en molino Wiley con zaranda de 2 mm. Posteriormente se tamizó desechándose la fracción que no pasaba en una malla de 1 mm. La fracción de 1 mm. o menor, se volvió a tamizar en zaranda de $\frac{1}{2}$ mm. Aquella fracción que pasaba a través del tamiz de $\frac{1}{2}$ mm. se designó como harina de lino fina y se agregó a las raciones "D" y "E"; mientras que la harina de lino que no atravesaba el tamiz se denominó harina de lino gruesa, y se añadió a las raciones "B" y "C".

2d. Mediciones

En ambos experimentos se realizaron las siguientes determinaciones:

- a) Peso vivo.
- b) Cantidad semanal de alimento consumido.
- c) Conversión de alimento.

En el experimento I se efectuaron semanalmente, mientras que en el experimento II se realizaron en intervalos de tres y cuatro días.

2e. Autopsias

En el experimento II, con el propósito de realizar estudios anatomopatológicos, se efectuaron autopsias tanto en los pollos que murieron como sobre una muestra, tomada al azar, dentro de cada tratamiento, al finalizar el ensayo.

2f. Diseño experimental

En el experimento I se hizo la distribución en bloques al azar. Cada uno de los cinco tratamientos estaba constituido por cuatro repeticiones de 10 pollitos cada una.

En el experimento II se siguió el mismo diseño experimental, con la única diferencia de que se hicieron cinco repeticiones por tratamiento. Las diferencias entre tratamientos se testaron con la prueba de Duncan (20).

TABLA 1

	A	B	C	D	E
Maíz amarillo molido, ks.	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5
Harina de carne (55 %), ks.	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Harina de hígado, ks.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Harina de sangre, ks.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Harina de girasol (solv.), ks.	15,0	10,0	—	10,0	—
Harina de lino (+ ½ mm.), ks.	—	5,0	15,0	—	—
Harina de lino (— ½ mm.), ks.	—	—	—	5,0	15,0
Sal común, ks.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sulfato de manganeso tetrahidrato, grs.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Suplemento vitamínico A, B ₂ y D ₃ , grs.*	20	20	20	20	20
	2	2	2	2	2

Las raciones citadas aportaban, de acuerdo a las tablas de composición de alimentos de Titus (21), los siguientes nutrientes:

	A	B	C	D	E
Proteína, en %	23,0	22,9	22,7	22,9	22,7
Calcio, en %	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9
Fósforo, en %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Manganeso, en mgrs./k.	59	61	64	61	64
E. metabolizable, en Cal./k.	3268	3200	3065	3200	3065
Rel. Cal. Met./Prot.	142	140	135	140	135

* Rovimix triple de Roche, conteniendo por gramo: 40.000 U.I. de Vit. "A"; 10.000 U.I. de Vit. D₃; 40 mgrs. de Vit. B₂.

TABLA 2

	A	B	C	D
Maíz amarillo molido, ks.	68,5	68,5	68,5	68,5
Harina de carne (55 %), ks.	12,0	12,0	12,0	12,0
Harina de hígado, ks.	2,0	2,0	2,0	2,0
Harina de sangre, ks.	2,0	2,0	2,0	2,0
Harina de g'rasol (solv.), ks.	15,0	—	—	—
Harina de lino (solv.), ks.	—	—	15,0	14,0
Harina de lino (presión), ks.	—	15,0	—	—
Aceite de lino (presión), ks.	—	—	—	1,0
Sal común, ks.	0,5	0,5	0,5	0,5
Suplemento vitamínico y mineral, grs.*	100,0	100,0	100,0	100,0
	200	200	200	200

Las raciones mencionadas aportaban, de acuerdo a Titus (21), los siguientes nutrientes:

	A	B	C	D
Proteína, en %	23,0	22,7	22,7	22,4
Calcio, en %	1,0	0,9	0,9	0,9
Fósforo, en %	0,8	0,8	0,8	0,8
Manganeso, en mgrs./k.	58	64	64	63
E. metabolizable, en Cal./k.	3268	3065	3065	3116
Rel. Cal. Met./Prot.	142	135	135	139

*. Nopcosol M5, que contiene por Kgr.: Vit. "A", 2.204.586 U.I.; Vit. "D₃", 661.376 U.I.; Vit. "E", 441 U.I.; Vit. "B₁", 1764 mgrs.; Niacina 8818 mgrs.; Acido Pantoténico, 2425 mgrs.; Cloruro de Colina, 88163 mgrs.; Vit. "B₂", activa, 265 mgrs.; Comp'ejo de Menadiona sódica, 441 mgrs.; Bacitracina, 1,76 grs.; Manganeso, 23,8 grs.; Zinc, 11,0 grs.; Iodo, 0,5 grs.; Hierro, 8,0 grs.; Cobalto, 0,08 grs.

3. RESULTADOS

3a. *Ensayo I*

Las variaciones de peso obtenidas en cada tratamiento pueden observarse en el cuadro 1 y en las gráficas 1 y 4a.

Del análisis de los pesos finales se comprueba (tabla 3a) que el expeller de lino usado al 5 % en el alimento no tiene efecto inhibitor del crecimiento, alcanzando, en el molido grueso al 89,1 %, y en el molido fino al 91,8 %, del peso final del testigo (gráfica 4a). En cambio, se observó efecto depresor al nivel del 15 %, alcanzando al 68,6 % en el molido grueso y 58,3 % en el molido fino, con respecto al testigo, siendo esta diferencia altamente significativa.

De la confrontación de los pesos vivos finales, dentro del mismo tipo de molienda, a los niveles del 5 % y 15 %, surge que al 15 % de expeller de lino los pesos finales se reducen a 76,8 % y 63,6 % con molienda gruesa y fina respectivamente frente al alimento con 5 %, lo cual es altamente significativo.

En relación al grado de molienda, a igual nivel, no se observaron diferencias significativas (102,7 % al 5 % y 85,0 % al 15 % considerando al molido grueso 100 %).

Los consumos a través del ensayo aparecen en el cuadro 1 y las gráficas 2 y 4b y en la tabla 3b.

El consumo de alimento fue de 8,4 % y 16,6 % mayor que el testigo con moliendas gruesas y finas respectivamente al nivel del 5 %, lo que no señala diferencias significativas. En cambio hubo diferencias altamente significativas entre el testigo y el agregado de 15 % de harina de lino molida gruesa a la ración, ya que el consumo se redujo en 25,2 %.

Asimismo se observa que entre el testigo y el alimento conteniendo 15 % de expeller molido fino sólo hubo una diferencia a favor del primero de 13,3 %, lo que no tiene significación estadística. Por otra parte, dentro del mismo tipo de molienda, hubo alta significación estadística entre los dos niveles empleados. En el molido grueso al nivel del 15 %, sólo alcanzó el 69,0 % del consumo de la ración que tenía el 5 %, y para el molido fino alcanzó un valor de 74,5 %, como se observa en tabla 3b.

Los datos de conversión pueden observarse en el cuadro 1 y en las gráficas 3 y 4c y en la tabla 3c.

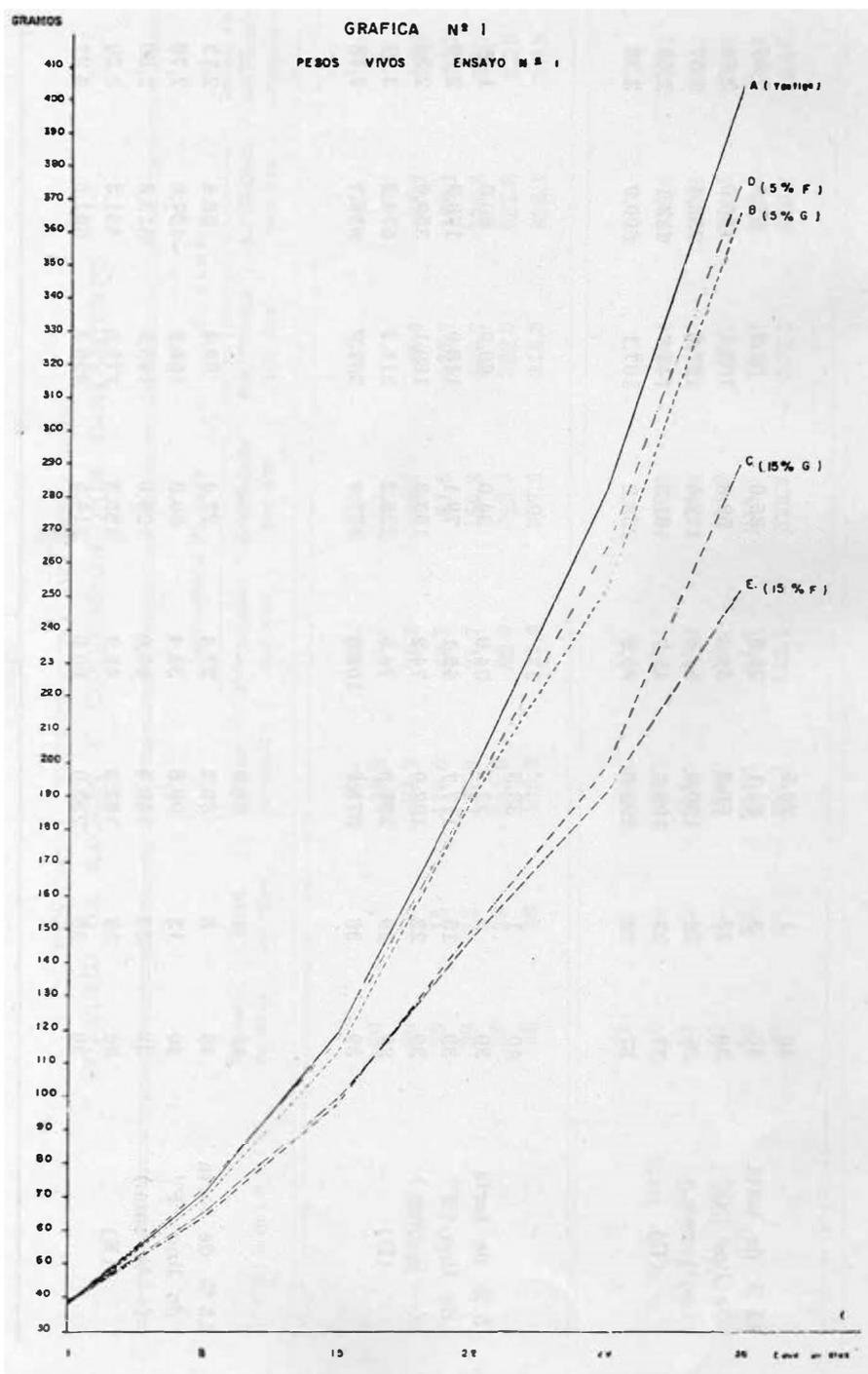
Cuando el nivel fue del 5 % no hubo diferencias significativas entre ambos tipos de molienda (conversiones de 2,65 para el molido grueso y 2,78 para el molido fino). En cambio se evidenciaron diferencias de magnitud cuando el nivel fue del

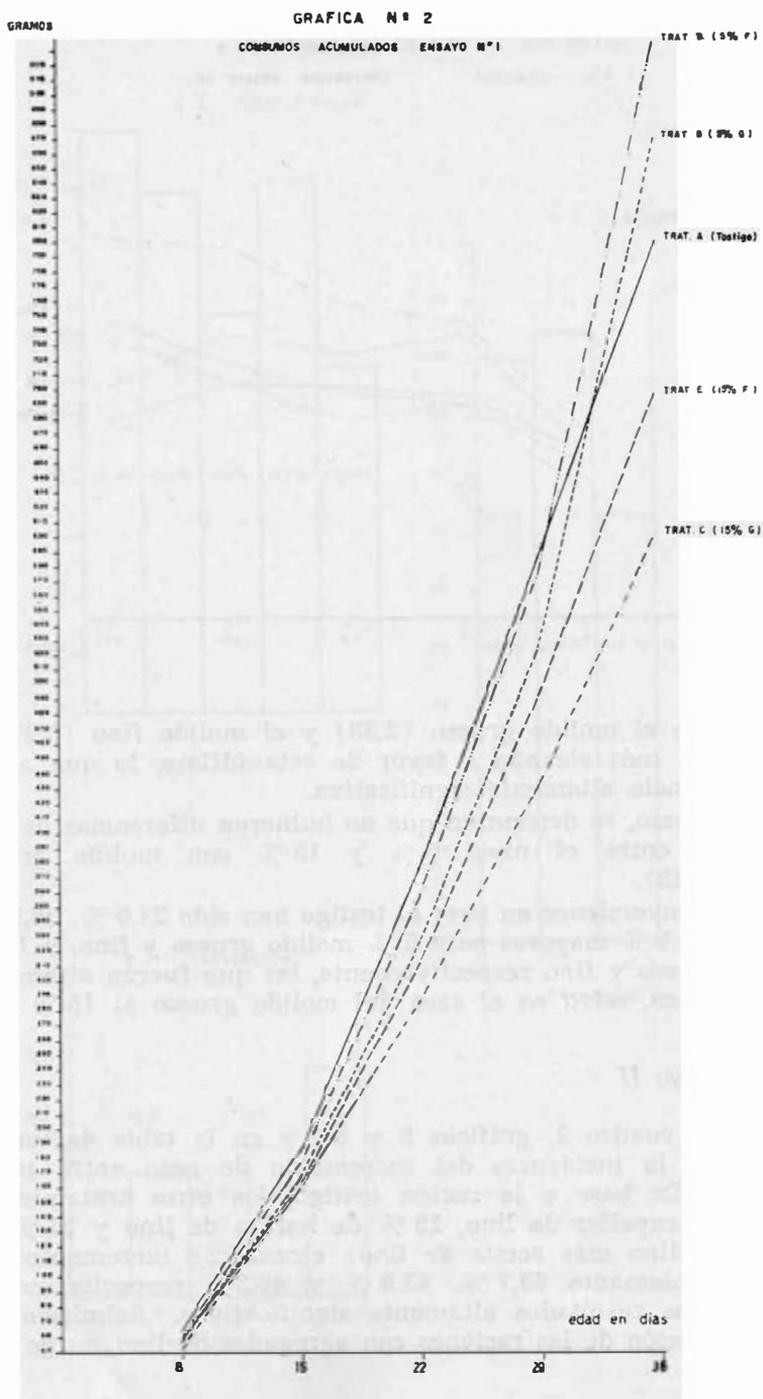
CUADRO 1

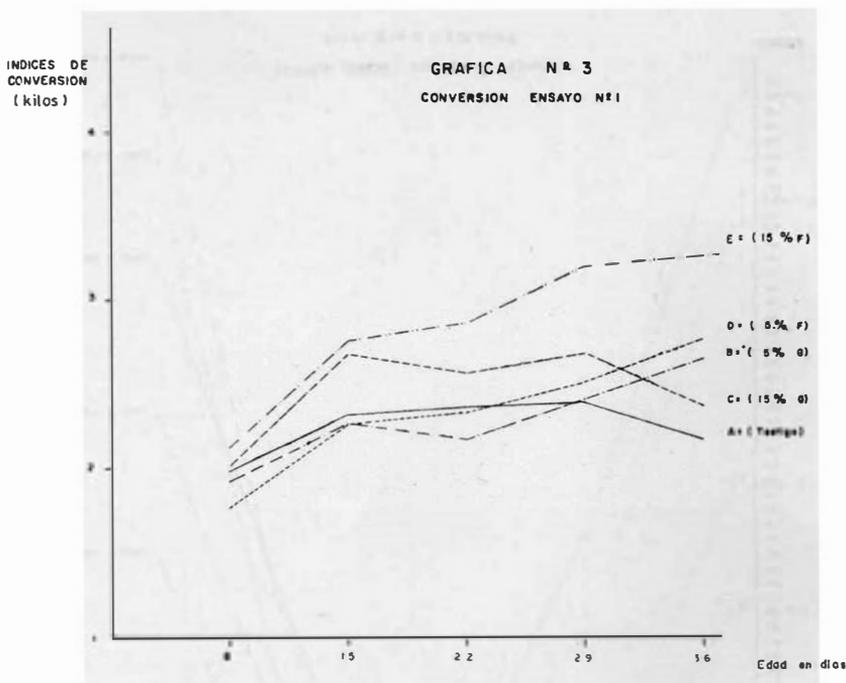
ENSAYO I: INCREMENTO DE PESO VIVO.
CONSUMO DE RACION Y CONVERSION POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Número de aves	Edad en días	Peso promedio	Incremento de peso			Consumo			Indice de conversión acumulado
				Por semana por ave	Acumulado por ave	Grs.	Por semana por ave	Acumulado por ave	Grs.	
Testigo (A)	40	1	38,0	—	—	—	—	—	—	—
	40	8	71,3	33,3	33,3	66,4	66,4	66,4	1,99	1,99
	39	15	119,6	48,3	81,6	122,7	189,1	189,1	2,32	2,32
	39	22	197,3	77,7	159,3	189,2	378,3	378,3	2,37	2,37
	39	29	283,9	86,5	245,9	209,5	587,8	587,8	2,39	2,39
	38	36	405,3	121,4	367,3	215,3	803,1	803,1	2,19	2,19
5 % de torta de lino "G" (+ ½ mm.) (B)	40	1	38,9	—	—	—	—	—	—	—
	40	8	69,2	30,3	30,5	58,4	58,4	58,4	1,93	1,93
	40	15	113,5	44,2	74,5	110,5	168,9	168,9	2,27	2,27
	40	22	190,0	76,5	151,0	159,7	328,6	328,6	2,18	2,18
	40	29	254,1	64,1	215,1	194,3	522,9	522,9	2,43	2,43
	40	36	367,1	113,1	328,2	347,4	870,3	870,3	2,65	2,65

15 % de torta de lino "G" (+ ½ mm.) (C)	40	1	38,5	—	—	—	—	—	—
	40	8	64,1	25,6	25,6	52,9	52,9	52,9	2,07
	38	15	98,3	34,2	59,8	108,1	160,9	160,9	2,69
	37	22	150,9	52,6	112,4	127,5	288,4	288,4	2,57
	37	29	199,8	48,9	161,3	144,7	433,1	433,1	2,69
	37	36	290,6	90,9	252,2	167,1	600,9	600,9	2,38
	40	1	38,6	—	—	—	—	—	—
5 % de torta de lino "F" (— ½ mm.) (D)	39	8	72,6	34,0	34,0	60,0	60,0	60,0	1,76
	39	15	117,7	45,1	79,1	118,9	178,9	178,9	2,26
	39	22	192,0	74,2	153,3	180,1	359,0	359,0	2,34
	39	29	266,8	74,9	228,2	215,2	574,2	574,2	2,52
	39	36	375,6	108,8	337,0	361,9	936,1	936,1	2,78
	40	1	38,8	—	—	—	—	—	—
	40	8	66,2	27,4	27,4	58,4	58,4	58,4	2,13
15 % de torta de lino "F" (— ½ mm.) (E)	40	15	99,6	33,4	60,8	109,5	167,9	167,9	2,76
	38	22	148,4	48,8	109,6	145,9	313,8	313,8	2,86
	36	29	192,3	43,9	153,5	177,5	491,3	491,3	3,20
	36	36	253,0	60,8	214,3	206,3	697,6	697,6	3,27







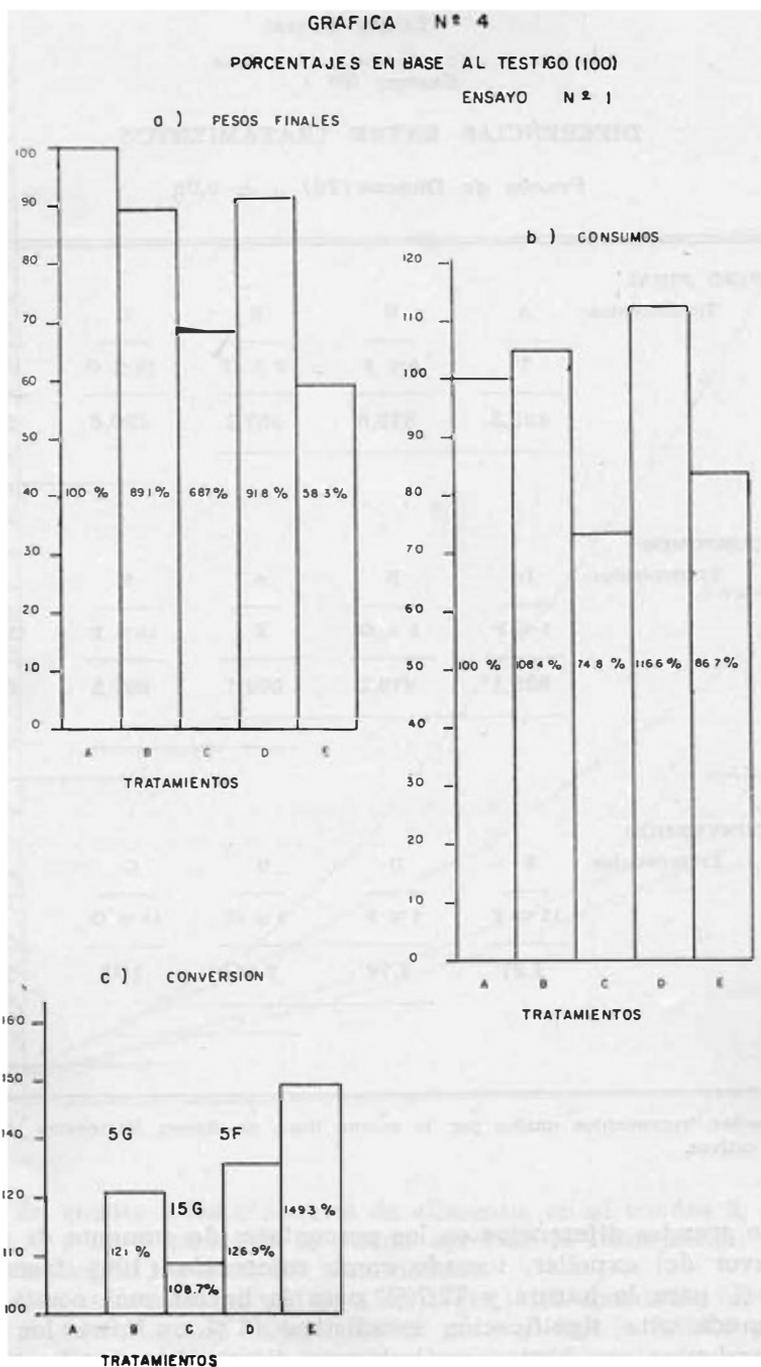
15 % entre el molido grueso (2,38) y el molido fino (3,27) o sea 37,4 % más elevada a favor de esta última, lo que acusa una diferencia altamente significativa.

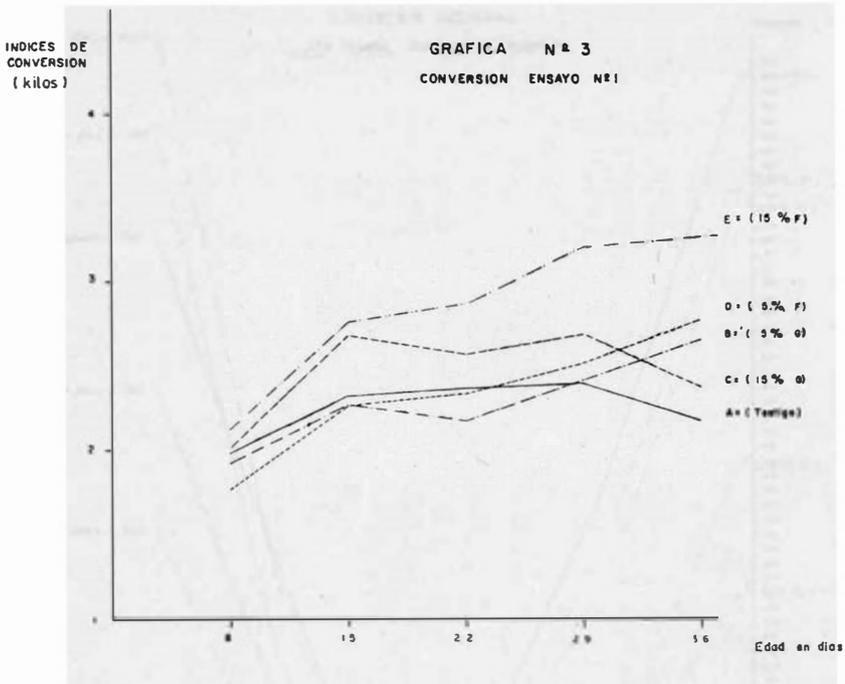
Asimismo, se determinó que no hubieron diferencias de significación entre el nivel 5 % y 15 % con molido grueso (2,65 a 2,38).

Las conversiones en base al testigo han sido 21,0 %, 26,9 %, 8,7 % y 49,3 % mayores para 5 % molido grueso y fino, y 15 % molido grueso y fino respectivamente, las que fueron altamente significativas, salvo en el caso del molido grueso al 15 %.

3b. Ensayo II

En el cuadro 2, gráficas 5 y 8a, y en la tabla 4a, puede observarse la incidencia del incremento de peso entre tratamientos. En base a la ración testigo, los otros tratamientos (15 % de expeller de lino, 15 % de harina de lino y 14 % de harina de lino más aceite de lino) alcanzaron incrementos de peso de solamente 63,7 %, 43,9 % y 46,3% respectivamente, siendo estos resultados altamente significativos. Asimismo, de la comparación de las raciones con agregados de lino, surge que





15 % entre el molido grueso (2,38) y el molido fino (3,27) o sea 37,4 % más elevada a favor de esta última, lo que acusa una diferencia altamente significativa.

Asimismo, se determinó que no hubieron diferencias de significación entre el nivel 5 % y 15 % con molido grueso (2,65 a 2,38).

Las conversiones en base al testigo han sido 21,0 %, 26,9 %, 8,7 % y 49,3 % mayores para 5 % molido grueso y fino, y 15 % molido grueso y fino respectivamente, las que fueron altamente significativas, salvo en el caso del molido grueso al 15 %.

3b. Ensayo II

En el cuadro 2, gráficas 5 y 8a, y en la tabla 4a, puede observarse la incidencia del incremento de peso entre tratamientos. En base a la ración testigo, los otros tratamientos (15 % de expeller de lino, 15 % de harina de lino y 14 % de harina de lino más aceite de lino) alcanzaron incrementos de peso de solamente 63,7 %, 43,9 % y 46,3 % respectivamente, siendo estos resultados altamente significativos. Asimismo, de la comparación de las raciones con agregados de lino, surge que

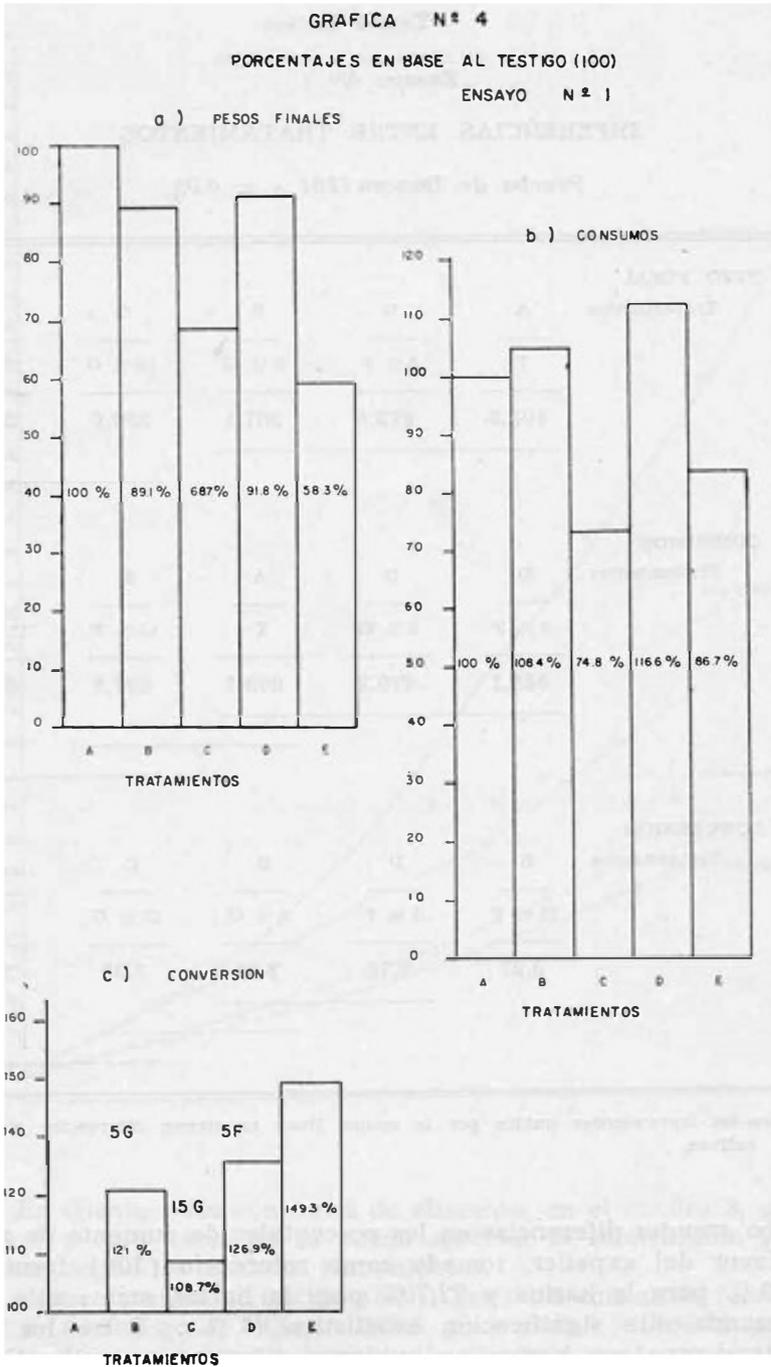


TABLA 3

Ensayo Nº 1

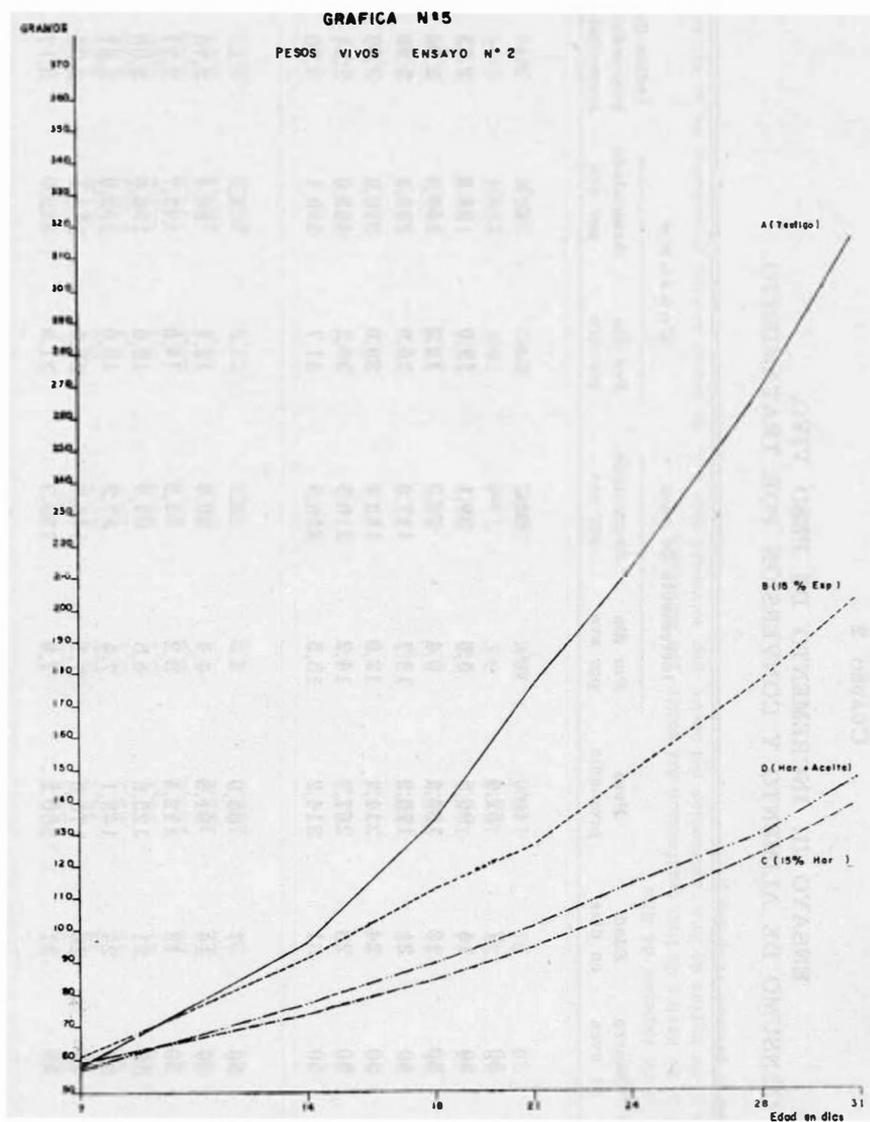
DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS

Prueba de Duncan (20) $\alpha = 0,05$

a) PESO FINAL					
Tratamientos:	A	D	B	C	E
	T	5 % F	5 % G	15 % G	15 % F
	405,3	375,6	367,1	290,6	253,0
b) CONSUMOS					
Tratamientos:	D	B	A	E	C
	5 % F	5 % G	T	15 % F	15 % G
	936,1	870,2	803,1	697,5	600,2
c) CONVERSION					
Tratamientos:	E	D	B	C	A
	15 % F	5 % F	5 % G	15 % G	T
	3,27	2,78	2,65	2,38	2,19

Todos los tratamientos unidos por la misma línea no tienen diferencias significativas.

hubo grandes diferencias en los porcentajes de aumento de peso a favor del expeller, tomado como referencia (100) frente a 68,9 % para la harina y 72,7 % para la harina más aceite, alcanzando alta significación estadística (1 %). Entre los dos tratamientos con harina no hubieron diferencias significativas.



En cuanto a los consumos de alimento, en el cuadro 2, gráficas 6 y 8b y tabla 4b se puede apreciar la información pertinente, según los distintos tratamientos.

Con referencia al testigo (590,1 grs.) los consumos fueron: 25,4 % (440,0 grs.), 48,4 % (304,2 grs.) y 43,4 % (324,0 grs.) menores para el expeller, harina y harina más aceite respectiva-

CUADRO 2

ENSAYO II: INCREMENTO DE PESO VIVO.
CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Número de aves	Edad en días	Peso promedio	Incremento de peso			Consumo			Indice de conversión acumulado
				Grs.	Por día por ave	Acumulado por ave	Grs.	Por día por ave	Acumulado por ave	
(A)	50	7	57,4	—	—	—	—	—	—	—
	50	14	96,5	5,6	39,1	84,0	12,0	84,0	2,15	2,15
	50	18	134,1	9,4	76,7	156,6	18,2	156,6	2,04	2,04
	50	21	175,2	13,7	117,8	234,4	25,9	234,4	1,99	1,99
	50	24	211,1	12,0	153,8	320,2	28,6	320,2	2,08	2,08
	50	28	267,7	14,2	210,3	465,0	36,2	465,0	2,21	2,21
	50	31	314,2	15,5	256,9	590,1	41,7	590,1	2,30	2,30
(B)	50	7	60,9	—	—	—	—	—	—	—
	50	14	91,5	4,4	30,6	84,4	12,1	84,4	2,76	2,76
	50	18	112,4	5,2	51,5	142,7	14,6	142,7	2,77	2,77
	50	21	125,8	4,5	64,9	196,6	18,0	196,6	3,00	3,00
	50	24	148,1	7,4	87,2	250,6	18,0	250,6	2,87	2,87
	49	28	176,6	7,1	115,7	345,1	23,6	345,1	2,98	2,98
	49	31	200,2	7,9	139,3	440,9	31,9	440,9	3,17	3,17

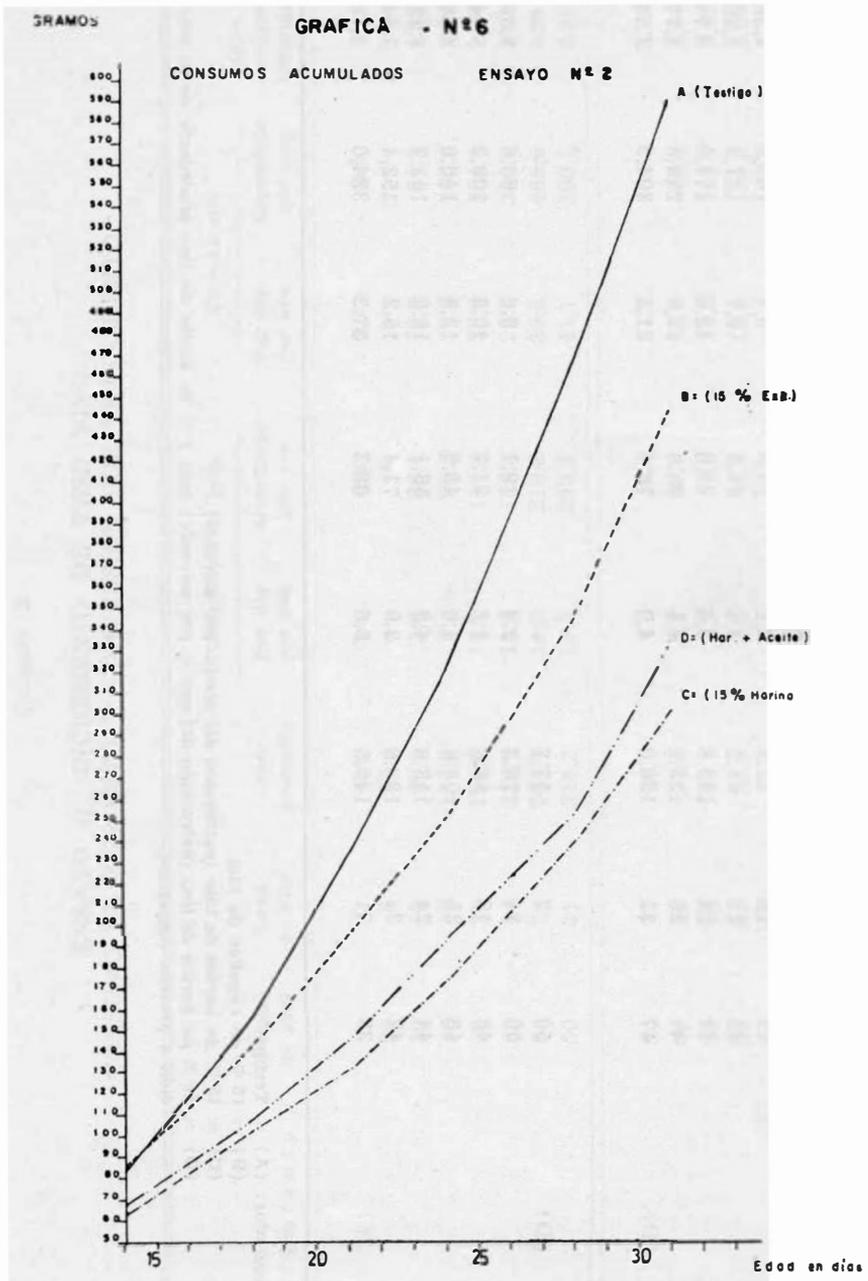
(C)	50	7	59,6	—	—	—	—	—	—
	50	14	74,7	2,2	15,1	9,1	63,6	4,21	—
	49	18	83,1	2,1	23,5	9,7	102,2	4,35	—
	48	21	94,1	3,7	34,5	9,7	131,2	3,80	—
	47	24	105,6	3,8	46,0	13,6	171,9	3,74	—
	47	28	123,2	4,4	63,6	17,0	239,8	3,77	—
	47	31	138,0	4,9	78,4	21,5	304,3	3,88	—
(D)	50	7	57,2	—	—	—	—	—	—
	50	14	76,3	2,7	19,1	9,8	68,6	3,59	—
	48	18	88,9	3,2	31,7	10,2	109,2	3,44	—
	48	21	100,8	4,0	43,6	12,5	146,6	3,36	—
	44	24	113,3	4,2	56,1	15,0	191,7	3,42	—
	42	28	128,6	3,9	71,4	15,2	252,4	3,54	—
	39	31	145,5	5,6	88,3	27,2	334,0	3,78	—

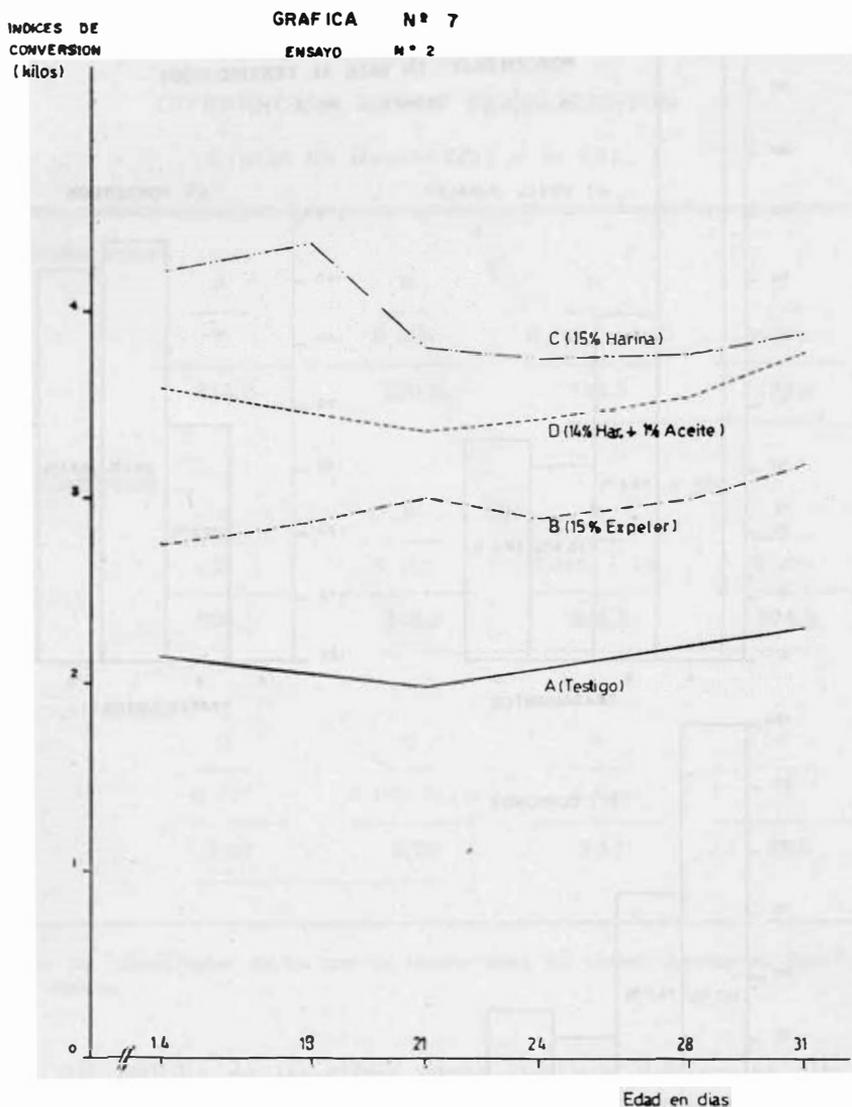
Tratamientos: (A) = Testigo.

(B) = 15 % de expeller de lino.

(C) = 15 % de harina de lino (extracción del aceite por solvente).

(D) = 14 % de harina de lino (extracción del aceite por solvente) más 1 % de aceite de lino procedente de la extracción a presión (expeller).





mente. Estas cifras son altamente significativas para los dos últimos tratamientos, pero no para el primero, que es significativo sólo al nivel 5%. En cambio, entre los tratamientos con lino no existen diferencias a pesar de las que hay entre el expeller (100) y las harinas, que fueron del orden de 69,1% y 75,9% en el consumo de alimento.

En lo referente a conversión, los datos aparecen en el cuadro 2, gráficas 7 y 8c y tabla 4c.

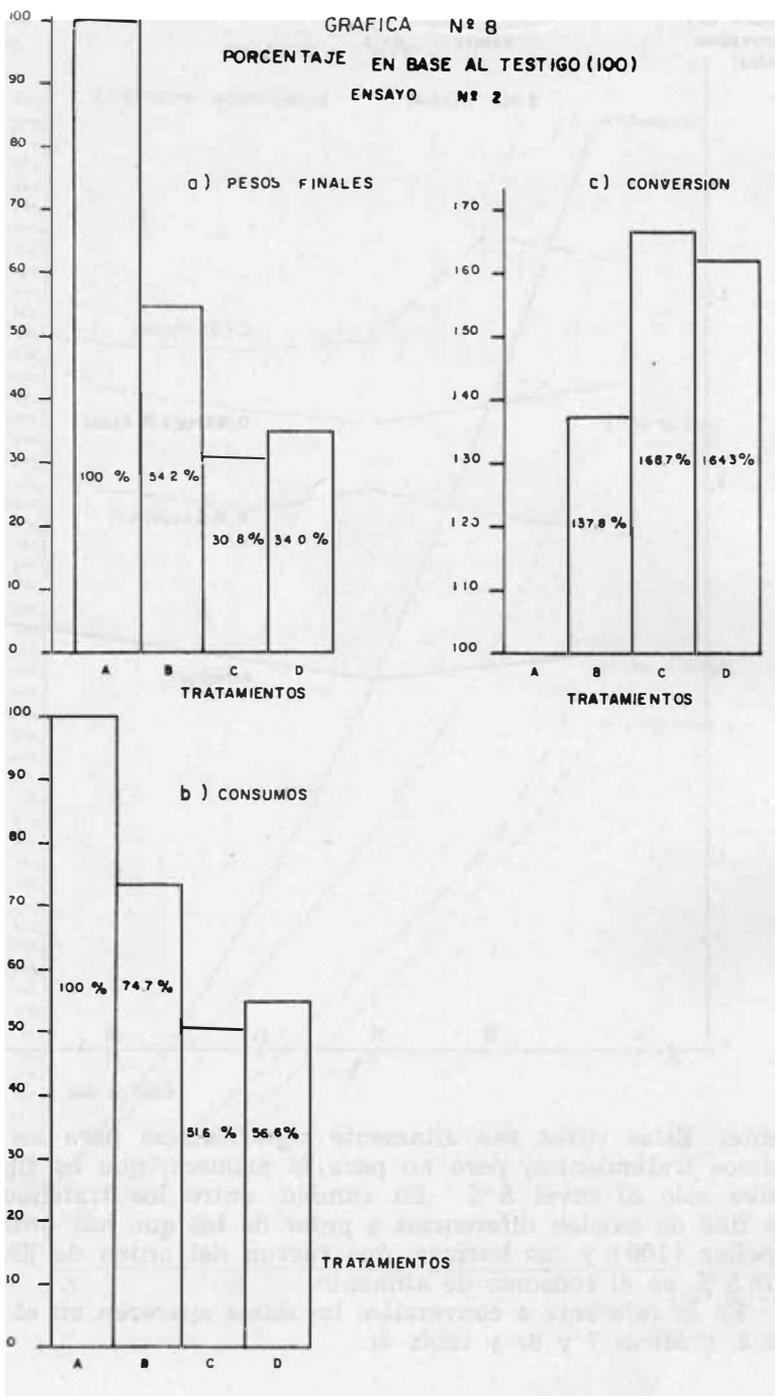


TABLA 4

Ensayo N° 2

DIFERENCIAS ENTRE TRATAMIENTOS

Prueba de Duncan (21) $\alpha = 0,05$

a) PESO FINAL				
	A	B	D	C
	T	E 15%	H 14% + 1%	H 15%
	314,2	200,2	145,5	138,0
b) CONSUMOS				
	A	B	D	C
	T	E 15%	H 14% + 1%	H 15%
	590,1	440,9	334,0	304,3
c) CONVERSION				
	C	D	B	A
	H 15%	H 14% + 1%	E 15%	T
	3,88	3,78	3,17	2,30

Todos los tratamientos unidos por la misma línea no tienen diferencias significativas.

Del estudio de las cifras surge que hay diferencias altamente significativas (1 %) entre todos los tratamientos, salvo para aquellos en que se estudian los dos tratamientos con harina.

Las conversiones fueron disminuyendo a partir del testigo (2,30), en 36,9 % (3,17) para el expeller, 68,7 % (3,88) para la harina y 67,4 % (3,78) para la harina más aceite. Entre los tratamientos con lino, tomando como unidad al expeller, aquellos con harina y harina más aceite tuvieron una conversión de 23,2 % y 22,2 % más amplia respectivamente.

DISCUSION

A través de los resultados se evidencia la presencia de un factor inhibidor del crecimiento que afectaría el metabolismo y no el consumo por falta de palatabilidad, ello se valora que al 5 % el consumo fue aun mayor que el del testigo, y además no se observaron diferencias significativas entre los consumos del testigo y del tratamiento con harina de lino al 15 % molido fino. En cambio se constataron diferencias significativas en los aumentos de peso, que fueron mayores para el testigo, y concordando con esto las conversiones fueron mejores para el testigo, lo que indicaría que el efecto tóxico se manifiesta con mayor intensidad a medida que aumenta el porcentaje del subproducto, estando esto de acuerdo a lo encontrado por diversos autores (4, 8, 10, 16, 17).

Investigadores (3, 6, 9, 17) encontraron que el agregado de piridoxina disminuye el efecto inhibidor del crecimiento, por lo que se piensa que sea un elemento antagonista de esta vitamina que actúa en el metabolismo de los aminoácidos y por lo tanto, al estar bloqueada se observarían irregularidades en la síntesis proteica. Es obvio entonces que habría un crecimiento lento o una inhibición total, dependiendo esto de la intensidad de la deficiencia.

El efecto inhibidor del crecimiento comenzaría a manifestarse cuando el nivel de harina de lino se encuentra por sobre el 5 %, ya que a este nivel no se observan diferencias con el testigo, a pesar de que se constataron disminuciones en los incrementos de alrededor de un 10 %.

Cuando los niveles de torta de lino eran iguales, no se observaron diferencias en el crecimiento debidas a grados de molienda, contrariamente a lo encontrado por Nicolaiczuk (15). A pesar de ello existiría cierto efecto "molienda", ya que en las conversiones si bien no se ven diferencias significativas al 5 % entre ambos grados de molienda, al nivel del 15 % se observan diferencias, siendo mejor en el tratamiento con harina de lino gruesa que en el tratamiento de harina de lino fina, estando esto en concordancia con lo encontrado por Nicolaiczuk (15).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente con respecto a la separación de la fracción molida gruesa de la molida fina, el molido grueso podría estar conteniendo las partes más externas del grano, y en la fracción molida más fina estarían las partes interiores incluyendo los cotiledones, donde hay más sustancias tóxicas (19), y de ahí que sea menos tóxico el molido grueso que el molido fino.

En el ensayo II, en el cual se quiso establecer la influencia del proceso de obtención del aceite de lino, se observa que la

harina de lino tiene un mayor efecto inhibitor que el expeller de lino. Este efecto no es contrarrestado por el agregado de aceite hasta llegar a igual porcentaje de extracto al éter que en el expeller, ya que si bien la harina más aceite fue menos tóxica que la harina sola, esta diferencia no llegó a ser significativa, siendo en cambio significativa la diferencia entre harina más aceite y expeller. Este resultado estaría demostrando que no es solamente un efecto de concentración de sustancia inhibitor, sino que el proceso de extracción también estaría ejerciendo influencia en el grado de toxicidad.

Shlamb *et al* (19), encontraron diferencias en toxicidad en la harina de lino obtenida en el laboratorio y la obtenida en las fábricas, atribuyendo esta diferencia al calentamiento y tostado que sufren en la fábrica que era diferente al del laboratorio.

En los consumos no existe significación estadística entre los distintos tratamientos con lino, lo que estaría confirmando el hecho de que no se debe a falta de palatabilidad. En las conversiones se observan diferencias entre los tratamientos con harina y con expeller, lo que confirmaría más esta suposición.

El hecho de que la harina más aceite es menos tóxica que la harina (aunque las diferencias no son significativas), nos estaría indicando que la sustancia inhibitor no es liposoluble, y estaría en concordancia a lo encontrado por (2, 7, 8, 11, 13, 15), que sostienen que con el agregado de agua disminuye el efecto inhibitor o sea que se trataría de una sustancia hidrosoluble.

A través de estos ensayos se concluye que el expeller de lino que se utiliza en el país puede intervenir hasta en un 5 % en la ración, sin efecto perjudicial en consumo ni en aumentos de peso, aunque las conversiones disminuyeron en 21 % para molido grueso y en 26,9 % para molido fino.

Asimismo, el expeller de lino resulta menos tóxico que la harina, debiéndose esto no sólo a concentración de sustancia tóxica, sino también a un posible efecto del proceso de extracción.

RESUMEN

Por medio de dos ensayos realizados en la Granja Experimental de Sayago, se trató de determinar la causa de la inhibición del crecimiento que se observa en pollos cuando se les suministra subproductos del lino.

En un primer ensayo se estudiaron diferentes grados de molienda, distintos niveles del expeller de lino. En el segundo ensayo se estudió el efecto del expeller, de la harina de lino y del expeller "reconstituido" (harina de lino más aceite de lino).

A través de los ensayos realizados se constató que el expeller de lino que se produce en el país, utilizado al nivel del 5 %

en la ración, no produce efectos perjudiciales ni en el consumo ni en los aumentos de peso. Sin embargo, las conversiones disminuyeron en un 21 % y en un 26,9 % para los molidos grueso y fino, respectivamente.

El expeller de lino resultó menos tóxico que la harina de lino, debiéndose esto no sólo a la mayor concentración de la sustancia tóxica, sino también a un posible efecto del proceso de extracción del aceite.

BIBLIOGRAFIA

1. HEUSER, F. G.—*Feeding Poultry*. Segunda edición. John Wiley and Sons Inc., New York, 1955.
2. JACQUOT, R. y FERRANDO, R.—*Las tortas alimenticias*. Editorial Acibia, España, 1959.
3. JUILLET, A.; SUSPLUGAS, J. et COURP, J.—*Les oléagineux et leurs tourteaux*. Editions Paul Lechevalier, Paris, 1955.
4. KIRCHGESSNER, M.— Use of expeller process linseed meal in rearing chicks. *Arch. Tierernahrung*, 1956, 6: 55-60. (Resumen Nº 5307 del *Nutrition Abs. and Rev.*, 1956, V. 26.)
5. KRATZER, F. H.— Linseed oil meal water-treated or supplemented with pyridoxine satisfactory for poult 1950. *California Agric.*, 1950, 4: 10.
6. KRATZER, F. H. et al.—Some properties of the chick growth inhibition in linseed oil meal. *Journal Nutrition*, 1954, 52: 555-563.
7. KRATZER, F. H.—Effect of duration of water treatment on the nutritive value of linseed meal. *Poultry Science*, 1947, 26: 90-91.
8. KRATZER, F. H.—The treatment of linseed meal to improve its feeding value for chicks. *Poultry Science*, 1946, 25: 541-542.
9. KRATZER, F. H. and WILLIAMS, D. E.—The improvement of linseed oil meal for chick feeding by the addition of synthetic vitamins. *Poultry Science*, 1948, 27(2): 236-238.
10. KUMANOV, S. and VOLCHEV, P.—Influence of sunflower, linseed, castor seed and grapeseed meal on the egg production of hens. *Nutrition Abs. and Rev.*, 1956, Abs. 2586: 542.
11. Mac GREGOR, H. I. and Mc GINNIS, J.—Toxicity of linseed meal for chicks. *Poultry Science*, 1948, 27(2): 141-145.
12. MANI, K. V.; NIKOLAICZUK, N. and MAW, W. A.—Flaxseed mucilage and its effect on the feeding value of linseed oil meal in chick rations. *Sci. Agric.*, 1949, 29: 86.
13. Mc GINNIS, J. and POLIS, H. L.—Factors affecting the nutritive value of linseed oil meal for growing chicks. *Poultry Science*, 1946, 25(4): 408.

14. MELBY; PENQUITE and THOMPSON.—*Okla. Cir. C.*, 111. Citado por F. Morrison. Feeds and Feeding. The Morrison Publishing Company, Clinton, Iowa, 1959.
15. NIKOLAICZUK, N.—The adverse effect of texture upon the feeding value of linseed oil meal for chicks. *Poultry Science*, 1950, 29(5): 773-774.
16. PETERSON, S. W.—*Processed Plant Protein foodstuffs*. Editado por Aaron M. Altschul, 1953.
17. SARALEGUI, W.; AZZARINI, A.; SANTORO, R. y MOSQUERA, F.—Expeller de lino con y sin agregado de piridoxina en la alimentación de pollos. *Boletín Facultad de Agronomía*, Nº 89. Uruguay, 1966.
18. SLINGER, J. S.; SMALL, J. C.; MOTZOK, I. and MARCELLUS, F. N.—Linseed oil meal replacing meat meal in rations for growing chicks. *Sci. Agr.*, 1943, 23: 732.
19. SHLAMB, K. F.; CLAGETT, C. O. and BRYANT, R. L.—Comparison of the chick growth inhibition of unheated linseed hull and cotyledon fractions. *Poultry Science*, 1955, 34(6): 1404-1407.
20. STEEL, R. G. and TORRIE, J. H.—*Principles and Procedures of Statistics*. McGraw Hill Book Comp. Ed. New York, 1960.
21. TITUS, H. W.—*Alimentación científica de las gallinas*. 2ª edición. Editorial Acribia, Zaragoza (España), 1960.

APENDICE

Con posterioridad a la realización de estos ensayos, se recibió material bibliográfico en el cual se establecía que en la Universidad de North Dakota, el Dr. H. J. Klosterman *et al* (1), habían aislado el elemento inhibidor del crecimiento que se encuentra en el lino, llamándolo "linatina", sustancia hidrosoluble, antipiridoxina, la cual, inclusive, han podido sintetizar.

La linatina inhibe la acción de la piridoxina. Distintos investigadores (2, 3) determinaron que a diferentes edades, el efecto inhibidor de los subproductos de lino, es distinto. Ello es debido a que cuando mayor es un ave, se reducen las necesidades en piridoxina por unidad de peso metabólico, y en consecuencia, menor será la incidencia que ejerce la linatina en el crecimiento.

El objetivo, en este momento, sería establecer la forma de suministrar económicamente la harina de lino, ya sea libre de linatina o bien contrarrestando su efecto, a aves en crecimiento.

A este fin se abren las siguientes posibilidades:

- 1) extracción de la linatina con alcohol isopropílico;
- 2) tratamiento del expeller o harina de lino con agua;
- 3) suministro de piridoxina en cantidades suficientes como para contrarrestar el efecto de la linatina.

Bibliografía del Apéndice

1. KLOSTERMAN, H. J.; LAMOUREUX, G. L. and PARSONS, J. L. Isolation characterization and synthesis of Linatine. A vitamin B₆ antagonist from flaxseed (*linum usitatissimum*). *Biochemistry*, 1967, 6: 170-177.
2. KIRCHGESSNER, M.— Use of expeller linseed meal in rearing chicks. *Arch. Tierernahrung*, 1956, 6: 55-60. (Resumen N° 5307 del *Nutrition Abs. and Rev.*, 1956, V. 26.)
3. KUMANOV, S. and VOLCHEV, P.— Influence of sunflower, linseed, castor seed and grapeseed meal on the egg production of hens. *Nutrition Abs. and Rev.*, 1956, Abs. 2586: 542.